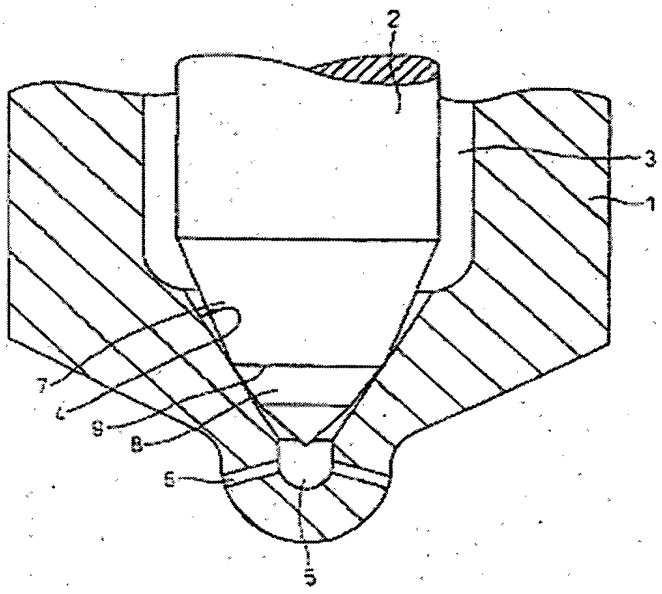
Fuel injector for an internal combustion engine comprises a nozzle body having injection holes for the fuel injection and a needle for pushing into the nozzle body for opening and closing the injection holes

Patent number: DE10318135
Publication date: 2003-11-06
Inventor: IWASE ATSUSHI (JP); TANAKA AKIO (JP); ASAOKA JUNYA (JP); MORI HIDESHI (JP); OKUMURA NOZOMU (JP)
Applicant: DENSO CORP (JP)
Classification:
- international: F02M61/14
- european: F02M61/18; F02M61/16F
Application number: DE20031018135 20030422
Priority number(s): JP20020120606 20020423; JP20030009738 20030117

Also published as:
JP2004003435 (A)

Abstract of **DE10318135**

Fuel injector comprises a nozzle body (1) having injection holes (6) for the fuel injection and a needle (2) for pushing into the nozzle body for opening and closing the injection holes. Fuel injector comprises a nozzle body (1) having injection holes (6) for the fuel injection and a needle (2) for pushing into the nozzle body for opening and closing the injection holes. The nozzle body is made from machine steel. The seat surface (4) of the nozzle body on which the needle sits has a region of 0.6-1.0 wt.% carbon and a region of 0.4-0.9 wt.% nitrogen in a surface layer. The surface layer of the seat surface of the nozzle body contains a higher concentration of carbon and nitrogen compared with the inner layer of the seat surface. An Independent claim is also included for a process for the production of the fuel injector.



Data supplied from the ***esp@cenet*** database - Worldwide

P04NM-017EP

(19) BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENT- UND MARKENAMT

(12) **Offenlegungsschrift**

(10) **DE 103 18 135 A 1**

(51) Int. Cl.[7]: F 02 M 61/14

(21) Aktenzeichen: 103 18 135.0
(22) Anmeldetag: 22. 4. 2003
(43) Offenlegungstag: 6. 11. 2003

DE 103 18 135 A 1

(30) Unionspriorität:

2002-120606 23. 04. 2002 JP
2003-009738 17. 01. 2003 JP

(71) Anmelder:
Denso Corp., Kariya, Aichi, JP

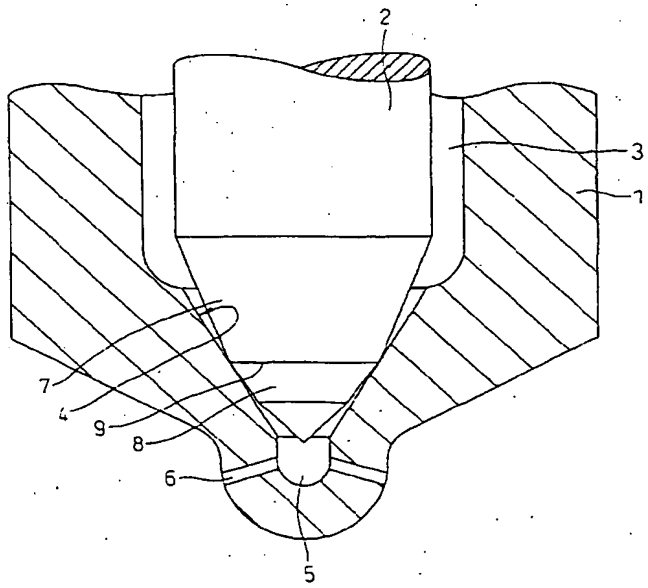
(74) Vertreter:
Zumstein & Klingseisen, 80331 München

(72) Erfinder:
Asaoka, Junya, Kariya, Aichi, JP; Okumura, Nozomu, Kariya, Aichi, JP; Iwase, Atsushi, Kariya, Aichi, JP; Mori, Hideshi, Kariya, Aichi, JP; Tanaka, Akio, Kariya, Aichi, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Kraftstoffinjektor für einen Verbrennungsmotor und Verfahren zu dessen Herstellung

(57) Ein Kraftstoffinjektor mit einem Düsenkörper, der aus kostengünstigem und einfach bearbeitbarem Einsatzstahl für Maschinenkonstruktionen oder Si enthaltendem Einsatzstahl für Maschinenkonstruktionen gebildet ist, wird an seiner Oberfläche karburiert und nitriert oder mit hoher Konzentration karburiert und nitriert, um in die Oberflächenschicht des Düsenkörpers Kohlenstoff und Stickstoff und manchmal auch Karbid in einer hohen Konzentration einzubringen, wodurch der Abfall der Härte der Oberflächenschicht unterdrückt wird, selbst wenn der Düsenkörper einer hohen Temperatur ausgesetzt wird, und die Verschleißfähigkeit der Sitzfläche verbessert wird, und ein Verfahren zur Herstellung desselben.



DE 103 18 135 A 1

BNSDOCID: <DE_____10318135A1_I_>

Beschreibung

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

1. Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Kraftstoffinjektor für einen Verbrennungsmotor und ein Verfahren zur Herstellung desselben, sie betrifft insbesondere eine zur Verwendung für einen Direkteinspritzungs-Kraftstoffinjektor, der Kraftstoff direkt in eine Verbrennungskammer eines Verbrennungsmotors einspritzt, geeignete Technik.

2. Beschreibung des Standes der Technik

[0002] Der Düsenkörper eines Kraftstoffinjektors der Kraftstoff direkt in eine Verbrennungskammer eines Dieselmotors oder eines anderen Verbrennungsmotors einspritzenden Art ist im allgemeinen aus einem Einsatzstahl für Maschinenkonstruktionen gebildet, den man schließlich durch die Hitze den Verbrennungskammer anlaufen lässt. Falls ein Düsenkörper mit einer kleinen Anlauferweichungsfestigkeit anläuft, fällt die Härte des Düsenkörpers ab und die Verschleißfestigkeit der Sitzfläche, auf welche die Nadel gesetzt wird, sinkt leicht.

[0003] Um einen solchen Abfall der Härte unter einer Hochtemperaturumgebung zu unterdrücken, kann die Verwendung eines Materials mit einer hohen Anlauferweichungsfestigkeit, wie beispielsweise ein Hochleistungswerkzeugstahl, in Betracht gezogen werden. Ein solches Material ist jedoch als Material kostenintensiv und schlecht in seiner Verarbeitbarkeit, sodass es einen großen Kostenanstieg bewirkt.

[0004] In Anbetracht dieses Problems ist die Technik des Kohlenstoffeinsatzhärtens eines Düsenkörpers, der aus einem Einsatzstahl für Maschinenkonstruktionen besteht, bekannt, um die Oberflächenschicht des Düsenkörpers zu härten (z. B. US-Patent Nr. 4,801,095).

[0005] Die durch die Erfindung zu lösenden Probleme zusammenfassend, gibt es neben den jüngsten Trends der Emissionssteuerung eine Tendenz, die Düsenkörper von Kraftstoffinjektoren aus dem Gesichtspunkt des Anstiegs des Einspritzdrucks und der Verbesserung der Kraftstoffersparnis extrem hohen Temperaturen wie beispielsweise 300°C auszusetzen. Bei der Aussetzung extrem hoher Temperaturen auf diese Weise wird selbst ein kohlenstoffeinsatzgehärteter Düsenkörper im Fall einer kleinen Anlauferweichungsfestigkeit anlaufen, die Härte der Oberflächenschicht wird schließlich abfallen und die Verschleißfestigkeit der Sitzfläche, auf welche die Nadel gesetzt wird, wird sinken.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0006] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen Kraftstoffinjektor für einen Verbrennungsmotor anzugeben, der in der Lage ist, den Kostenanstieg zu verhindern und einen Abfall der Verschleißfestigkeit der Sitzfläche, auf welche die Nadel gesetzt, zu verhindern, selbst wenn der Düsenkörper einer extrem hohen Temperatur ausgesetzt wird. Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren zur Herstellung dieses Kraftstoffinjektors bereitzustellen.

[0007] Um die obige Aufgabe zu lösen, ist gemäß einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung ein Kraftstoffinjektor für einen Verbrennungsmotor vorgesehen, der mit einem mit Einspritzlöchern für die Kraftstoffeinspritzung und einer Nadel zum Verschieben in dem Düsenkörper zum Öffnen und Schließen der Einspritzlöcher versehenen Düsenkörper versehen ist, wobei der Düsenkörper aus Einsatzstahl für Maschinenkonstruktionen ausgebildet ist, wenigstens die Sitzfläche des Düsenkörpers, auf welche die Nadel gesetzt wird, in einer Oberflächenschicht von bis zu 0,025 bis 0,05 mm, bevorzugt 0,05 mm von der Oberfläche der Sitzfläche einen Bereich von 0,6 bis 1,0 Gew.-% Kohlenstoff und einen Bereich von 0,4 bis 0,9 Gew.-% Stickstoff enthält, und die Oberflächenschicht wenigstens der Oberfläche des Düsenkörpers eine höhere Konzentration von Kohlenstoff und Stickstoff im Vergleich zu einer Innenschicht der Sitzfläche enthält.

[0008] Zur Lösung der obigen Aufgabe ist gemäß einem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung ein Kraftstoffinjektor für einen Verbrennungsmotor vorgesehen, der mit einem mit Einspritzlöchern für die Kraftstoffeinspritzung und einer Nadel zum Verschieben in dem Düsenkörper zum Öffnen und Schließen der Einspritzlöcher versehenen Düsenkörper versehen ist, wobei der Düsenkörper aus Einsatzstahl für Maschinenkonstruktionen gebildet ist, wenigstens die Sitzfläche des Düsenkörpers, auf welche die Nadel gesetzt wird, in einer Oberflächenschicht von bis zu 0,025 bis 0,05 mm, bevorzugt 0,05 mm von der Oberfläche der Sitzfläche einen Bereich von 0,6 bis 1,0 Gew.-% Kohlenstoff und einen Bereich von 0,4 bis 0,9 Gew.-% Stickstoff enthält und in einer Oberflächenschicht von bis 0,025 bis 0,075 mm von der Oberfläche der Sitzfläche wenigstens 15 Flächen-% Karbid enthält, und die Oberflächenschicht wenigstens der Sitzfläche des Düsenkörpers eine höhere Konzentration Kohlenstoff, Stickstoff und Karbid im Vergleich zu einer Innenschicht der Sitzfläche enthält.

[0009] Um die obige Aufgabe zu lösen, ist gemäß einem dritten Aspekt der vorliegenden Erfindung ein Kraftstoffinjektor für einen Verbrennungsmotor vorgesehen, der mit einem mit Einspritzlöchern für die Kraftstoffeinspritzung und einer Nadel zum Verschieben in dem Düsenkörper zum Öffnen und Schließen der Einspritzlöcher versehenen Düsenkörper versehen ist, wobei der Düsenkörper aus Einsatzstahl für Maschinenkonstruktionen, dem 0,4 bis 2,0 Gew.-% Si hinzugefügt sind, gebildet ist, wenigstens die Sitzfläche des Düsenkörpers, auf welche die Nadel gesetzt wird, in einer Oberflächenschicht von bis zu 0,025 bis 0,05 mm, bevorzugt 0,05 mm von der Oberfläche der Sitzfläche einen Bereich von 0,6 bis 1,0 Gew.-% Kohlenstoff und einen Bereich von 0,4 bis 0,9 Gew.-% Stickstoff enthält, und die Oberflächenschicht wenigstens der Sitzfläche des Düsenkörpers im Vergleich zu einer Innenschicht der Sitzfläche eine höhere Konzentration an Kohlenstoff, Stickstoff und Karbid enthält und in ihrer Anlauferweichungsfestigkeit verbessert ist.

[0010] Um die obige Aufgabe zu lösen, ist gemäß einem vierten Aspekt der vorliegenden Erfindung ein Kraftstoffinjektor für einen Verbrennungsmotor vorgesehen, der mit einem mit Einspritzlöchern für die Kraftstoffeinspritzung und einer Nadel zum Verschieben in dem Düsenkörper zum Öffnen und Schließen der Einspritzlöcher versehenen Düsenkör-

BNSDOCID: <DE_____10318135A1_I_>

per versehen ist, wobei der Düsenkörper aus Einsatzstahl für Maschinenkonstruktionen, dem 0,4 bis 2,0 Gew.-% Si hinzugefügt sind, gebildet ist, wenigstens die Sitzfläche des Düsenkörpers, auf welche die Nadel gesetzt wird, in einer Oberflächenschicht von bis zu 0,025 bis 0,05 mm, bevorzugt 0,05 mm von der Oberfläche der Sitzfläche einen Bereich von 0,6 bis 1,0 Gew.-% Kohlenstoff und einen Bereich von 0,4 bis 0,9 Gew.-% Stickstoff enthält und in einer Oberflächenschicht von bis zu 0,025 bis 0,075 mm von der Oberfläche der Sitzfläche wenigstens 15 Flächen-% Karbid enthält, und die Oberflächenschicht wenigstens der Sitzfläche des Düsenkörpers im Vergleich zu einer Innenschicht der Sitzfläche einen höheren Anteil an Kohlenstoff, Stickstoff und Karbid enthält und in ihrer Anlauferweichungsfestigkeit verbessert ist.

[0011] Zur Lösung der obigen Aufgabe ist gemäß einem fünften Aspekt der vorliegenden Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines Kraftstoffinjektors für einen Verbrennungsmotor, der mit einem mit Einspritzlöchern für die Kraftstoffeinspritzung und einer Nadel zum Verschieben in dem Düsenkörper zum Öffnen und Schließen der Einspritzlöcher versehen Düsenkörper versehen ist, bereitgestellt, mit einem ersten Schritt des Bildens des Düsenkörpers aus Einsatzstahl für Maschinenkonstruktionen und einem zweiten Schritt des Veranlassens, dass der in dem ersten Schritt gebildete Düsenkörper in einer Oberflächenschicht wenigstens der Sitzfläche des Düsenkörpers, auf welche die Nadel gesetzt wird, einen Bereich von 0,6 bis 1,0 Gew.-% Kohlenstoff und einen Bereich von 0,4 bis 0,9 Gew.-% Stickstoff enthält.

[0012] Zur Lösung der obigen Aufgabe ist gemäß einem sechsten Aspekt der vorliegenden Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines Kraftstoffinjektors für einen Verbrennungsmotor, der mit einem mit Einspritzlöchern für die Kraftstoffeinspritzung und einer Nadel zum Verschieben in dem Düsenkörper zum Öffnen und Schließen der Einspritzlöcher versehenen Düsenkörper versehen ist, angegeben, mit einem ersten Schritt des Bildens des Düsenkörpers aus Einsatzstahl für Maschinenkonstruktionen und einem zweiten Schritt des Karburierens und des Nitrierens hoher Konzentrationen wenigstens der Sitzfläche des Düsenkörpers, auf welche die Nadel gesetzt wird, um zu bewirken, dass der in dem ersten Schritt gebildete Düsenkörper in einer Oberflächenschicht von bis zu 0,025 bis 0,05 mm, bevorzugt 0,05 mm von der Oberfläche der Sitzfläche einen Bereich von 0,6 bis 1,0 Gew.-% Kohlenstoff und einen Bereich von 0,4 bis 0,9 Gew.-% Stickstoff enthält und in einer Oberflächenschicht von bis zu 0,025 bis 0,075 mm von der Oberfläche der Sitzfläche wenigstens 15 Flächen-% Karbid enthält.

[0013] Um die obige Aufgabe zu lösen, ist gemäß einem siebten Aspekt der vorliegenden Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines Kraftstoffinjektors für einen Verbrennungsmotor, der mit einem mit Einspritzlöchern für die Kraftstoffeinspritzung und einer Nadel zum Verschieben in dem Düsenkörper zum Öffnen und Schließen der Einspritzlöcher versehenen Düsenkörper versehen ist, vorgesehen, mit einem ersten Schritt des Bildens des Düsenkörpers aus Einsatzstahl für Maschinenkonstruktionen, dem 0,4 bis 2,0 Gew.-% Si hinzugefügt sind, und einem zweiten Schritt des Karburierens und des Nitrierens wenigstens der Sitzfläche des Düsenkörpers, auf welche die Nadel gesetzt wird, um zu bewirken, dass der in dem ersten Schritt gebildete Düsenkörper in einer Oberflächenschicht von bis zu 0,025 bis 0,05 mm, bevorzugt 0,05 mm von der Oberfläche der Sitzfläche einen Bereich von 0,6 bis 1,0 Gew.-% Kohlenstoff und einen Bereich von 0,4 bis 0,9 Gew.-% Stickstoff enthält.

[0014] Um die obige Aufgabe zu lösen, ist gemäß einem achten Aspekt der vorliegenden Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines Kraftstoffinjektors für einen Verbrennungsmotor, der mit einem mit Einspritzlöchern für die Kraftstoffeinspritzung und einer Nadel zum Verschieben in dem Düsenkörper zum Öffnen und Schließen der Einspritzlöcher versehenen Düsenkörper versehen ist, vorgesehen, mit einem ersten Schritt des Bildens des Düsenkörpers aus Einsatzstahl für Maschinenkonstruktionen, dem 0,4 bis 2,0 Gew.-% Si hinzugefügt sind, und einem zweiten Schritt des Karburierens und des Nitrierens hoher Konzentrationen wenigstens der Sitzfläche des Düsenkörpers, auf welche die Nadel gesetzt wird, um zu bewirken, dass der in dem ersten Schritt gebildete Düsenkörper in einer Oberflächenschicht von bis zu 0,025 bis 0,05 mm, bevorzugt 0,05 mm von der Oberfläche der Sitzfläche einen Bereich von 0,6 bis 1,0 Gew.-% Kohlenstoff und einen Bereich von 0,4 bis 0,9 Gew.-% Stickstoff enthält und in einer Oberflächenschicht von bis zu 0,025 bis 0,075 mm von der Oberfläche der Sitzfläche wenigstens 15 Flächen-% Karbid enthält.

[0015] Die Kraftstoffinjektoren für Verbrennungsmotoren des ersten, des zweiten, des dritten und des vierten Aspekts der vorliegenden Erfindung können durch die Herstellungsverfahren entsprechend jenen Aspekten hergestellt werden, wodurch es möglich ist, Kraftstoffinjektoren für Verbrennungsmotoren mit exzellenten oberflächengehärteten Schichten und exzellenter Anlauferweichungsfestigkeit bereitzustellen.

KURZBERSCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0016] [0016] Diese und weitere Aufgaben und Merkmale der vorliegenden Erfindung werden aus der folgenden Beschreibung der bevorzugten. Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen klarer. Darin zeigen:

[0017] **Fig.** 1 eine Schnittansicht des Vorderendes einer Einspritzdüse;

[0018] **Fig.** 2 ein Diagramm der Beziehung zwischen einer Anlauftemperatur und einer Härtenänderung (erstes bis viertes Ausführungsbeispiel);

[0019] **Fig.** 3 ein Diagramm der Beziehung zwischen einer Anlauftemperatur und einer Härtenänderung (fünftes Ausführungsbeispiel);

[0020] **Fig.** 4 ein Diagramm der Beziehung zwischen einer Anlauftemperatur und einer Härtenänderung (sechstes Ausführungsbeispiel);

[0021] **Fig.** 5 ein Diagramm der Beziehung zwischen einer Anlauftemperatur und einer Härtenänderung (siebtes Ausführungsbeispiel); und

[0022] **Fig.** 6 ein Diagramm der Beziehung zwischen einer Anlauftemperatur und einer Härtenänderung der vorliegenden Erfindung und eines Vergleichsbeispiels.

BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

[0023] Bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend unter Bezugnahme auf die

BNSDOCID: <DE_____10318135A1_I_>

beiliegenden Figuren im Detail beschrieben.

[0024] Durch Anwenden der Maßnahmen von Anspruch 1 wird der Düsenkörper aus Einsatzstahl für Maschinenkonstruktionen gebildet und wenigstens der Oberflächenschicht der Sitzfläche, auf welche die Nadel gesetzt wird, ist eine hohe Konzentration von Kohlenstoff und Stickstoff im Vergleich zu der Innenschicht verliehen. Auf Grund dessen wird, selbst wenn der Düsenkörper einer extrem hohen Temperatur ausgesetzt ist, der Abfall in der Härte der Oberflächenschicht, in der der Kohlenstoff und der Stickstoff in einer hohen Konzentration enthalten sind, unterdrückt und ein Abfall in der Verschleißfestigkeit wenigstens der Sitzfläche wird unterdrückt.

[0025] Ferner kann durch Ausbilden des Düsenkörpers aus Einsatzstahl für Maschinenkonstruktionen, der ein kostengünstiges Material und exzellent in der Bearbeitbarkeit ist, und durch Integrieren von Kohlenstoff und Stickstoff in die Oberflächenschicht mit einer hohen Konzentration durch Karburieren und Nitrieren, der Kostenanstieg des Düsenkörpers klein gehalten werden.

[0026] Das heißt, durch Anwenden der Maßnahmen von Anspruch 1 kann der Kostenanstieg des Düsenkörpers unterdrückt werden und das Problem des Abfalls der Verschleißfestigkeit der Sitzfläche kann unterdrückt werden, selbst wenn der Düsenkörper einer extrem hohen Temperatur ausgesetzt wird.

[0027] Ferner wird durch Anwenden der Maßnahmen von Anspruch 1 durch Setzen des Kohlenstoffgehalts bis zu 0,05 mm innerhalb der Oberfläche auf wenigstens 0,6 Gew.-% und Bewirken des Stickstoffgehalts bis zu 0,05 mm innerhalb der Oberfläche auf wenigstens 0,4 Gew.-% ein Abfall der Härte der Oberflächenschicht, in der Kohlenstoff und Stickstoff in einer hohen Konzentration enthalten sind, unterdrückt, selbst wenn der Düsenkörper einer extrem hohen Temperatur ausgesetzt wird.

[0028] Ferner wird durch Setzen des Kohlenstoffgehalts bis zu 0,05 mm innerhalb der Oberfläche auf nicht mehr als 1,0 Gew.-% und Setzen des Stickstoffgehalts bis zu 0,05 mm innerhalb der Oberfläche auf nicht mehr als 0,9 Gew.-% die Festigkeit des Düsenkörpers beibehalten und das Problem der Rissbildung des Düsenkörpers auf Grund äußerer Kräfte wird unterdrückt.

[0029] Durch Anwenden der Maßnahmen von Anspruch 4 bei dem Kraftstoffinjektor des Anspruchs 1 wird durch Bilden des Düsenkörpers aus Einsatzstahl für Maschinenkonstruktionen, der ein kostengünstiges Material und exzellent in der Bearbeitbarkeit ist, und dann Karburieren und Nitrieren wenigstens der Sitzfläche, auf welche die Nadel gesetzt wird, der Kostenanstieg des Düsenkörpers unterdrückt und das Problem eines Abfalls in der Verschleißfestigkeit der Sitzfläche wird unterdrückt, selbst wenn der Düsenkörper einer extrem hohen Temperatur ausgesetzt wird.

[0030] Durch Anwenden der Maßnahmen des Anspruchs 2 wird durch Ausbilden des Düsenkörpers aus Einsatzstahl für Maschinenkonstruktionen und Vorliegen wenigstens der Oberflächenschicht der Sitzfläche, auf welche die Nadel gesetzt wird, mit Kohlenstoff und Stickstoff in einer höheren Konzentration als die Innenschicht der Abfall der Härte der Oberfläche, in der Kohlenstoff, Stickstoff und Karbid in einer hohen Konzentration enthalten sind, unterdrückt, selbst wenn der Düsenkörper einer extrem hohen Temperatur ausgesetzt wird, und der Abfall in der Verschleißfestigkeit wenigstens der Sitzfläche wird unterdrückt.

[0031] Ferner kann durch Ausbilden des Düsenkörpers aus Einsatzstahl für Maschinenkonstruktionen, der ein kostengünstiges Material und ausgezeichnet in der Bearbeitbarkeit ist, und Vorliegen der Oberflächenschicht mit Kohlenstoff, Stickstoff und Karbid in einer hohen Konzentration durch Karburieren und Nitrieren mit hohen Konzentrationen der Kostenanstieg des Düsenkörpers niedrig gehalten werden.

[0032] Das heißt, durch Anwenden der Maßnahmen von Anspruch 2 wird der Kostenanstieg des Düsenkörpers unterdrückt und das Problem des Abfalls in der Verschleißfestigkeit der Sitzfläche wird unterdrückt, selbst wenn der Düsenkörper einer extrem hohen Temperatur ausgesetzt wird.

[0033] Ferner wird durch Anwenden der Maßnahmen von Anspruch 2 durch Setzen des Kohlenstoffgehalts bis zu 0,05 mm innerhalb der Oberfläche auf wenigstens 0,6 Gew.-%, Setzen des Stickstoffgehalts bis zu 0,05 mm von der Oberfläche auf wenigstens 0,4 Gew.-% und Setzen des Karbidgehalts bis zu 0,025 bis 0,075 mm innerhalb der Oberfläche auf wenigstens 15 Flächen-% der Abfall in der Härte der Oberflächenschicht, in der Kohlenstoff, Stickstoff und Karbid in einer hohen Konzentration enthalten sind, unterdrückt, selbst wenn der Düsenkörper einer extrem hohen Temperatur ausgesetzt wird.

[0034] Ferner wird durch Setzen des Kohlenstoffgehalts bis zu 0,05 mm innerhalb der Oberfläche auf nicht mehr als 1,0 Gew.-% und Setzen des Stickstoffgehalts bis 0,05 mm innerhalb der Oberfläche auf nicht mehr als 0,9 Gew.% die Härte des Düsenkörpers beibehalten und das Problem der Rissbildung des Düsenkörpers auf Grund äußerer Kräfte wird unterdrückt.

[0035] Durch Anwenden der Maßnahmen des Anspruchs 5 auf den Kraftstoffinjektor des Anspruchs 2 wird durch Bilden des Düsenkörpers aus Einsatzstahl für Maschinenkonstruktionen, der ein kostengünstiges Material und ausgezeichnet in der Bearbeitbarkeit ist, und dann Karburieren und Nitrieren wenigstens der Sitzfläche, auf welche die Nadel gesetzt wird, mit einer hohen Konzentration, der Kostenanstieg des Düsenkörpers unterdrückt und das Problem eines Abfalls in der Verschleißfestigkeit der Sitzfläche wird unterdrückt, selbst wenn der Düsenkörper einer extrem hohen Temperatur ausgesetzt wird.

[0036] Durch Anwenden der Maßnahmen von Anspruchs 3 steigt durch Ausbilden des Düsenkörpers aus Einsatzstahl für Maschinenkonstruktionen, dem Si hinzugefügt ist, und Vorliegen wenigstens der Oberflächenschicht der Sitzfläche, auf welche die Nadel gesetzt wird, mit Kohlenstoff und Stickstoff in einer höheren Konzentration als die Innenschicht, die mechanische Festigkeit des Düsenkörpers, der Abfall der Härte der Oberflächenschicht, in der Kohlenstoff und Stickstoff in einer hohen Konzentration enthalten sind, wird unterdrückt, selbst wenn der Düsenkörper einer extrem hohen Temperatur ausgesetzt wird, und der Abfall in der Verschleißfestigkeit wenigstens der Sitzfläche wird unterdrückt.

[0037] Ferner kann durch Ausbilden des Düsenkörpers aus Si enthaltendem Einsatzstahl für Maschinenkonstruktionen, der ein kostengünstiges Material und ausgezeichnet in der Bearbeitbarkeit ist, und Vorliegen der Oberflächenschicht mit Kohlenstoff und Stickstoff in einer hohen Konzentration durch Karburieren und Nitrieren der Kostenanstieg des Düsenkörpers niedrig gehalten werden.

[0038] Das heißt, durch Anwenden der Maßnahmen von Anspruch 3 wird der Kostenanstieg des Düsenkörpers unter-

BNSDOCID: <DE_____10318135A1_I_>

drückt, die mechanische Festigkeit des Düsenkörpers ist ausgezeichnet, und das Problem des Abfalls der Verschleißfestigkeit der Sitzfläche wird unterdrückt, selbst wenn der Düsenkörper einer extrem hohen Temperatur ausgesetzt wird.

[0039] Ferner wird durch Anwenden der Maßnahmen des Anspruchs 3 durch Setzen des Kohlenstoffgehalts bis 0,05 mm innerhalb der Oberfläche auf wenigstens 0,6 Gew.-% und Setzen des Stickstoffgehalts bis 0,05 mm innerhalb der Oberfläche auf wenigstens 0,4 Gew.-% der Abfall in der Härte der Oberflächenschicht, in der Kohlenstoff und Stickstoff in einer hohen Konzentration enthalten sind, unterdrückt, selbst wenn der Düsenkörper einer extrem hohen Temperatur ausgesetzt wird.

[0040] Ferner wird durch Setzen des Kohlenstoffgehalts bis 0,05 mm innerhalb der Oberfläche auf nicht mehr als 1,0 Gew.-% und Setzen des Stickstoffgehalts bis 0,05 mm innerhalb der Oberfläche auf nicht mehr als 0,9 Gew.-% die Härte des Düsenkörpers beibehalten und das Problem der Rissbildung des Düsenkörpers auf Grund äußerer Kräfte wird unterdrückt.

[0041] Durch Anwenden der Maßnahmen von Anspruch 6 auf den Kraftstoffinjektor des Anspruchs 3 wird durch Ausbilden des Düsenkörpers aus Si enthaltendem Einsatzstahl für Maschinenkonstruktionen, der ein kostengünstiges Material und ausgezeichnet in der Bearbeitbarkeit ist, und dann Karburieren und Nitrieren wenigstens der Sitzfläche, auf welche die Nadel gesetzt wird, der Kostenanstieg des Düsenkörpers unterdrückt, die mechanische Festigkeit des Düsenkörpers ist ausgezeichnet, und das Problem des Abfalls der Verschleißfestigkeit der Sitzfläche wird unterdrückt, selbst wenn der Düsenkörper einer extrem hohen Temperatur ausgesetzt wird.

[0042] Durch Anwenden der Maßnahmen des Anspruchs 4 wird durch Ausbilden des Düsenkörpers aus Si enthaltendem Einsatzstahl für Maschinenkonstruktionen und Vorliegen wenigstens der Oberflächenschicht der Sitzfläche, auf welche die Nadel gesetzt wird, mit Kohlenstoff, Stickstoff und Karbid in einer höheren Konzentration als die Innenschicht, die mechanische Festigkeit des Düsenkörpers verbessert, der Abfall in der Härte der Oberflächenschicht, in der Kohlenstoff, Stickstoff und Karbid in einer hohen Konzentration enthalten sind, wird unterdrückt, selbst wenn der Düsenkörper einer extrem hohen Temperatur ausgesetzt wird, und der Abfall in der Verschleißfestigkeit wenigstens der Sitzfläche wird unterdrückt.

[0043] Ferner kann durch Ausbilden des Düsenkörpers aus Si enthaltendem Einsatzstahl für Maschinenkonstruktionen, der ein kostengünstiges Material und ausgezeichnet in der Bearbeitbarkeit ist, und Vorliegen der Oberflächenschicht mit Kohlenstoff, Stickstoff und Karbid in einer hohen Konzentration durch Karburieren und Nitrieren mit hohen Konzentrationen der Kostenanstieg des Düsenkörpers gering gehalten werden.

[0044] Das heißt, durch Anwenden der Maßnahmen des Anspruchs 4 wird der Kostenanstieg des Düsenkörpers unterdrückt, die mechanische Festigkeit des Düsenkörpers ist ausgezeichnet, und das Problem eines Abfalls in der Verschleißfestigkeit der Sitzfläche wird unterdrückt, selbst wenn der Düsenkörper einer extrem hohen Temperatur ausgesetzt wird.

[0045] Ferner wird durch Anwenden der Maßnahmen von Anspruch 4 durch Setzen des Kohlenstoffgehalts bis 0,05 mm innerhalb der Oberfläche auf wenigstens 0,6 Gew.-%, Setzen des Stickstoffgehalts bis 0,05 mm innerhalb der Oberfläche auf wenigstens 0,4 Gew.-% und Setzen des Karbidgehalts 0,025 bis 0,075 mm innerhalb der Oberfläche auf wenigstens 15 Flächen-% der Abfall in der Härte der Oberflächenschicht, in der Kohlenstoff, Stickstoff und Karbid in einer hohen Konzentration enthalten sind, unterdrückt, selbst wenn der Düsenkörper einer extrem hohen Temperatur ausgesetzt wird.

[0046] Ferner wird durch Setzen des Kohlenstoffgehalts bis 0,05 mm innerhalb der Oberfläche auf nicht mehr als 1,0 Gew.-% und Setzen des Stickstoffgehalts bis 0,05 mm innerhalb der Oberfläche auf nicht mehr als 0,9 Gew.-% die Härte des Düsenkörpers beibehalten und das Problem der Rissbildung des Düsenkörpers auf Grund äußerer Kräfte wird unterdrückt.

[0047] Durch Anwenden der Maßnahmen von Anspruch 8 für den Kraftstoffinjektor des Anspruchs 4 wird durch Ausbilden des Düsenkörpers aus Si enthaltendem Einsatzstahl für Maschinenkonstruktionen, der ein kostengünstiges Material und ausgezeichnet in der Bearbeitbarkeit ist, und dann Karburieren und Nitrieren wenigstens der Sitzfläche, auf welche die Nadel gesetzt wird, der Kostenanstieg des Düsenkörpers unterdrückt, die mechanische Festigkeit des Düsenkörpers ist ausgezeichnet und das Problem des Abfalls in der Verschleißfestigkeit der Sitzfläche wird unterdrückt, selbst wenn der Düsenkörper einer extrem hohen Temperatur ausgesetzt wird.

[0048] Die vorliegenden Erfindung wird nun unter Bezugnahme auf erste bis siebte Ausführungsbeispiele erläutert.

[0049] Der Kraftstoffinjektor ist mit einer Einspritzdüse zum Einspritzen von dieser zugeführtem Kraftstoff unter hohem Druck versehen. Der Kraftstoffinjektor besteht, wie in **Fig.** 1 dargestellt, aus einem Düsenkörper **1** und einer Nadel **2**.

[0050] Der Düsenkörper **1** weist eine Führungsbohrung **3** auf, durch welche die Nadel **2** eingesetzt wird. Am Boden der Führungsbohrung **3** ist eine konische Sitzfläche **4** ausgebildet. Ferner ist stromab der Sitzfläche **4** (unten in **Fig.** 1) eine Saugkammer **5** mit mehreren Einspritzlöchern vorgesehen.

[0051] Die Nadel **2** ist an ihrem vorderen Ende (unten in **Fig.** 1) mit einer ersten konischen Fläche **7** und einer zweiten konischen Fläche **8** mit unterschiedlichen Kegelwinkeln versehen. Ein Sitz **9** ist an der Grenzlinie (Steg), wo sich die erste konische Fläche **7** und die zweite konische Fläche **8** treffen, ausgebildet. Der Sitz **9** sitzt auf der Sitzfläche **4** und blokkiert den zu den Einspritzlöchern **6** führenden Kraftstoffweg, wenn das Ventil geschlossen ist.

[0052] Deshalb kann die vorliegende Erfindung vorzugsweise auf einen Kraftstoffinjektor einer Direkteinspritzungsart, der Kraftstoff direkt in eine Verbrennungskammer eines Verbrennungsmotors (zum Beispiel Dieselmotor) einspritzt, oder eine andere Art, bei der der Düsenkörper **1** einer hohen Temperatur ausgesetzt ist, angewendet werden.

[0053] Die Zusammensetzung des Materials und die Wärmebehandlung des Düsenkörpers **1** werden als nächstes Bezug nehmend auf Tabelle 1 erläutert.

BNSDOCID: <DE_____10318135A1_I_>

Tabelle 1

	Vergleichsbeispiel	Beispiel 1	Beispiel 2	Beispiel 3	Beispiel 4	Beispiel 5	Beispiel 6	Beispiel 7
Materialzusammensetzung								
C	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,19	0,22
Si	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,98	2,00
Mn	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,3	2,03
P	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,016	0,015
S	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,014	0,016
Cr	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	1,45	2,75
Mo	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,19	0,75
VC	0	0	0	0	0	0	0	0,1
Wärmebehandlung Type	Karbur.	Karbur./ Nitrier.	Karbur./ Nitrier.	Karbur./ Nitrier.	Karbur./ Nitrier.	Karbur./Nitrier. in hohen Konzentr.	Karbur./ Nitrier.	Karbur./Nitrier. in hohen Konzentr.
Kohlenstoffgehalt Oberfläche [%]	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Stickstoffgehalt Oberfläche [%]	0	0,4	0,55	0,65	0,9	0,4	0,9	0,4
Karbidgehalt Oberfläche [%]	0	0	0	0	0	17	0	17

[0054] Das in Tabelle 1 gezeigte Vergleichsbeispiel ist jenes eines Düsenkörpers **1**, der nach dem Stand der Technik ausgebildet ist. Das heißt, der Düsenkörper **1** des Vergleichsbeispiels ist aus Einsatzstahl für Maschinenkonstruktionen (siehe Materialzusammensetzung in Tabelle 1), der über seine gesamte Oberfläche karburiert ist, um die Oberflächen-

BNSDOCID: <DE_____10318135A1_I_>

schicht des Düsenkörpers **1** durch den Kohlenstoff zu härten, gebildet. In dem Vergleichsbeispiel ist der Kohlenstoffgehalt in der Oberflächenschicht des Düsenkörpers **1** auf 0,8 Gew.-% bis zu 0,05 mm innerhalb der Oberfläche eingestellt.

[0055] Man beachte, dass das "Karburieren" eine Behandlung des Anordnens des Düsenkörpers **1** in einem Behälter, Einschließen eines Karburiergases wie beispielsweise Methan, Ethan, Propan oder eines anderen Gases auf Kohlenstoffbasis in dem Behälter, und des Erhöhens des Inneren des Behälters auf eine hohe Temperatur (zum Beispiel 900°C) und einen hohen Druck, um so die Metallzusammensetzung der Oberflächenschicht des Düsenkörpers **1** durch Kohlenstoff durchdringen zu lassen, und dann des schnellen Kühlens des auf die hohe Temperatur angestiegenen Düsenkörpers **1** durch ein Öl, um den Kohlenstoff in der Metallzusammensetzung fixieren zu lassen. Auf Grund dieser Behandlung wird die Konzentration des Kohlenstoffgehalts der Oberflächenschicht des Düsenkörpers **1** im Vergleich zu der Innenschicht erhöht.

[0056] Ferner werden die Konzentration des in den Behälter gefüllten Karburiergases, die Anzahl Behandlungen, die Temperatur, usw. verwendet, um den eingeleiteten Kohlenstoffgehalt, d. h. die Konzentration Kohlenstoff in der Oberflächenschicht des Düsenkörpers **1** einzustellen.

[0057] Der Düsenkörper **1** des Vergleichsbeispiels härtet die Oberflächenschicht des Einsatzstahls für Maschinenkonstruktionen durch Kohlenstoff, aber, wie durch die gestrichelte Linie in **Fig.** 2 gezeigt, fällt die Härte der Oberflächenschicht bei Aussetzung einer hohen Temperatur für eine vorgegebene Zeit zum Anlaufen, wenn die Anlauftemperatur steigt, deutlich. Das heißt, falls der Düsenkörper **1** einer extrem hohen Temperatur (zum Beispiel 300°C) ausgesetzt wird, um den Einspritzdruck zu erhöhen und die Kraftstoffersparnis zu verbessern, wird selbst ein Düsenkörper **1** mit einer durch Kohlenstoff gehärteten Oberflächenschicht anlaufen, was in einem Abfall der Härte der Oberflächenschicht und einem Abfall der Verschleißfestigkeit der Sitzfläche **4**, auf welche die Nadel **2** gesetzt wird, resultiert.

[0058] Beispiele von Lösungen für dieses Problem werden nachfolgend mittels des ersten bis siebten Ausführungsbeispiels erläutert.

[0059] Hier sind das erste bis vierte Ausführungsbeispiel Beispiele der Bildung eines Düsenkörpers **1** aus Einsatzstahl für Maschinenkonstruktionen (siehe Materialzusammensetzung in Tabelle 1) (entsprechend dem ersten Schritt) und des Karburierens und Nitrierens der gesamten Oberfläche des Düsenkörpers **1** einschließlich der Sitzfläche **4**, auf welche die Nadel **2** gesetzt wird (entsprechend dem zweiten Schritt), um so in die gesamte Oberflächenschicht des Düsenkörpers **1** eine hohe Konzentration von Kohlenstoff und Stickstoff einzubauen. Das heißt, die gesamte Oberflächenschicht des aus Einsatzstahl für Maschinenkonstruktionen gebildeten Düsenkörpers **1** enthält eine höhere Konzentration Kohlenstoff und Stickstoff als die Innenschicht.

[0060] Das fünfte Ausführungsbeispiel ist ein Beispiel der Bildung eines Düsenkörpers **1** aus Einsatzstahl für Maschinenkonstruktionen (siehe Materialzusammensetzung in Tabelle 1) (entsprechend dem ersten Schritt) und der Karburierung und Nitrierung mit hoher Konzentration der gesamten Oberfläche des Düsenkörpers **1** einschließlich der Sitzfläche **4**, auf welche die Nadel **2** gesetzt wird (entsprechend dem zweiten Schritt), um so in die gesamte Oberflächenschicht des Düsenkörpers **1** eine hohe Konzentration Kohlenstoff, Stickstoff und Karbide einzubauen. Das heißt, die gesamte Oberflächenschicht des aus Einsatzstahl für Maschinenkonstruktionen gebildeten Düsenkörpers **1** enthält eine höhere Konzentration an Kohlenstoff, Stickstoff uni Karbid als die Innenschicht.

[0061] Das sechste Ausführungsbeispiel ist ein Beispiel der Bildung eines Düsenkörpers **1** aus Si enthaltendem Einsatzstahl für Maschinenkonstruktionen (siehe Materialzusammensetzung in Tabelle 1) (entsprechend dem ersten Schritt) und des Karburierens und Nitrierens der gesamten Oberfläche des Düsenkörpers **1** einschließlich der Sitzfläche **4**, auf welche die Nadel **2** gesetzt wird (entsprechend dem zweiten Schritt), um so in die gesamte Oberflächenschicht des Düsenkörpers **1** eine hohe Konzentration Kohlenstoff und Stickstoff einzubauen. Das heißt, die gesamte Oberflächenschicht des aus Si enthaltendem Einsatzstahl für Maschinenkonstruktionen gebildeten Düsenkörpers **1** enthält eine höhere Konzentration an Kohlenstoff und Stickstoff als die Innenschicht.

[0062] Das siebte Ausführungsbeispiel ist ein Beispiel der Bildung eines Düsenkörpers aus Si enthaltendem Einsatzstahl für Maschinenkonstruktionen (siehe Materialzusammensetzung in Tabelle 1) (entsprechend dem ersten Schritt) und der Karburierung und Nitrierung mit hoher Konzentration der gesamten. Oberfläche des Düsenkörpers **1** einschließlich der Sitzfläche **4**, auf welche die Nadel **2** gesetzt wird (entsprechend dem zweiten Schritt), um so in die gesamte Oberflächenschicht des Düsenkörpers **1** eine hohe Konzentration an Kohlenstoff, Stickstoff und Karbid einzubauen. Das heißt, die gesamte Oberflächenschicht des aus Si enthaltendem Einsatzstahl für Maschinenkonstruktionen gebildeten Düsenkörper **1** enthält eine höhere Konzentration an Kohlenstoff, Stickstoff und Karbid als die Innenschicht.

[0063] Deshalb liegt der in der Oberflächenschicht des Düsenkörpers **1** karburierte Kohlenstoffgehalt bevorzugt in dem Bereich von 0,6 bis 1,0 Gew.-% bis 0,05 mm innerhalb der Oberfläche. In dem ersten bis siebten Ausführungsbeispiel ist das Beispiel von 0,8 Gew.-% bis 0,05 mm innerhalb der Oberfläche gezeigt.

[0064] Ferner liegt der in der Oberflächenschicht des Düsenkörpers **1** eingebaute Stickstoffgehalt bevorzugt in dem Bereich von 0,4 bis 0,9 Gew.-% bis 0,05 mm innerhalb der Oberfläche. In dem ersten bis vierten Ausführungsbeispiel ist das Beispiel eines Stickstoffgehalts in der Oberflächenschicht in einem Bereich von 0,4 bis 0,9 Gew.-% gezeigt.

[0065] Ferner beträgt der in der Oberflächenschicht des Düsenkörpers **1** gebildete Karbidgehalt bevorzugt wenigstens 15 Flächen-% bei 0,025 bis 0,075 mm innerhalb der Oberfläche. In dem fünften und sechsten Ausführungsbeispiel ist das Beispiel von 17 Flächen% bei 0,025 bis 0,075 mm innerhalb der Oberfläche gezeigt.

[0066] [0060] Ein Beispiel des Karburierens und Nitrierens ist gezeigt. Diese Behandlung umfasst erstens das Anordnen des Düsenkörpers **1** in einem Behälter, das Einschließen eines Karburiergases und Ammoniak in den Behälter, und das Erhöhen des Innern des Behälters auf eine hohe Temperatur (zum Beispiel 900°C) und einen hohen Druck. Dies verursacht eine Durchdringung der Metallstruktur der Oberflächenschicht des Düsenkörpers **1** mit Kohlenstoff und Stickstoff. Als nächstes kühlt die Behandlung schnell den auf die hohe Temperatur erhöhten Düsenkörper **1** durch ein Öl. Dies lässt den Kohlenstoff und den Stickstoff in der Metallstruktur fixieren. Auf Grund dieser Behandlung wird die Konzentration des Kohlenstoff und Stickstoffgehalts der Oberflächenschicht des Düsenkörpers **1** im Vergleich zu der Innenschicht erhöht.

[0067] Die Konzentration des in den Behälter gefüllten Karburiergases und Ammoniaks, die Anzahl der Behandlun-

BNSDOCID: <DE_____10318135A1_I_>

gen, die Temperatur, der Druck, usw. können verwendet werden, um die Menge Kohlenstoff und die Menge Stickstoff einzustellen.

[0068] Ferner ist die Behandlung des Karburierens und Nitrierens mit hohen Konzentrationen eine Behandlung des Erhöhens der Konzentration des Karburiergases in der obigen Behandlung des Karburierens und Nitrierens und des Bildens von Karbid (Fe_3C) an der Oberfläche des Metalls.

[0069] Die Beziehung zwischen der Anlauftemperatur und der Veränderung der Härte in dem ersten bis vierten Ausführungsbeispiel ist in dem Diagramm von **Fig.** 2 dargestellt. Wie in **Fig.** 2 dargestellt, wird der Abfall einer Oberflächenhärte der Düsenkörper **1** des ersten bis vierten Ausführungsbeispiels selbst beim Anlaufen bei einer hohen Temperatur unterdrückt, wie klar aus einem Vergleich mit dem durch die gestrichelte Linie gezeigten Vergleichsbeispiel hervorgeht.

[0070] Wie man aus den Kurven der Ausführungsbeispiele von **Fig.** 2 lesen kann, ist es durch Erhöhen der Menge Stickstoff in der Oberflächenschicht ferner möglich, den Abfall der Härte während des Anlaufens bei einer hohen Temperatur (350 bis 400°C in der Figur) niedrig zu halten.

[0071] Die Beziehung zwischen der Anlauftemperatur und der Veränderung der Härte in dem fünften Ausführungsbeispiel ist in dem Diagramm von **Fig.** 3 dargestellt. Wie in **Fig.** 3 dargestellt, wird die Oberflächenhärte des Düsenkörpers **1** des fünften Ausführungsbeispiels durch die Bildung von Karbid in der Oberflächenschicht des Düsenkörpers **1** erhöht und der Düsenkörper kann selbst beim Anlaufen bei einer niedrigen Temperatur (200°C) eine hohe Härte zeigen. Man beachte, dass die gestrichelte Linie in **Fig.** 3 experimentelle Daten des Vergleichsbeispiels zeigt.

[0072] Die Beziehung zwischen der Anlauftemperatur und der Veränderung der Härte in dem sechsten Ausführungsbeispiel ist in dem Diagramm von **Fig.** 4 dargestellt. Wie in **Fig.** 4 dargestellt, kann ein Abfall der Oberflächenhärte des Düsenkörpers **1** des sechsten Ausführungsbeispiels beim Anlaufen insbesondere nahe 300°C unterdrückt werden. Man beachte, dass die gestrichelte Linie in **Fig.** 4 die experimentellen Daten des Vergleichsbeispiels zeigt.

[0073] Die Beziehung zwischen der Anlauftemperatur und der Veränderung der Härte in dem siebten Ausführungsbeispiel ist in dem Diagramm von **Fig.** 5 dargestellt. Wie in **Fig.** 5 dargestellt, kann bei dem Düsenkörper **1** des siebten Ausführungsbeispiels ein extrem kleiner Abfall der Härte der Oberfläche selbst beim Anlaufen bei einer hohen Temperatur gehalten werden. Man beachte, dass die gestrichelte Linie in **Fig.** 5 die experimentellen Daten des Vergleichsbeispiels zeigt. Das Si wird dem Material hinzugegeben, um die Erweichungsfestigkeit zu erhöhen. Herkömmliche Einsatzstähle für Maschinenkonstruktionen enthalten 0,15 bis 0,35 Gew.-% Si. In der vorliegenden Erfindung wird ein Bereich von 0,4 bis 2,0 Gew.-% Si hinzugegeben. **Fig.** 6 zeigt die Beziehungen zwischen der Oberflächenhärte und der Anlauftemperatur der vorliegenden Erfindung und des Vergleichsbeispiels.

[0074] Wie klar aus den Diagrammen von **Fig.** 2 bis **Fig.** 6 hervorgeht, kann im Vergleich zu dem Vergleichsprodukt (Stand der Technik) der Abfall der Härte der Oberflächenschicht des Düsenkörpers **1** unterdrückt werden, selbst wenn der Körper bei der Aussetzung einer hohen Temperatur anläuft.

[0075] Das heißt, zusammen mit den jüngsten Trends in der Emissionssteuerung gab es eine Tendenz für die Düsenkörper von Kraftstoffinjektoren, extrem hohen Temperaturen wie beispielsweise 300°C aus dem Gesichtspunkt des Erhöhens des Einspritzdrucks und des Verbesserns der Kraftstoffersparnis ausgesetzt zu werden. Selbst in einem solchen Fall kann der Abfall der Härte der Oberflächenschicht des Düsenkörpers **1** unterdrückt werden.

[0076] Als Ergebnis werden, selbst wenn der Düsenkörper **1** einer extrem hohen Temperatur (zum Beispiel 300°C oder mehr) ausgesetzt wird, ein Verschleiß der Sitzfläche **4**, auf welche die Nadel **2** gesetzt wird, und ein Verschleiß der Führungsbohrung **3**, durch welche die Nadel **2** gleitet, verhindert und ein Abfall der Festigkeit des Vorderendes des Düsenkörpers **1** wird ebenso verhindert. Ferner können die Festigkeiten der Stoßflächen des Düsenkörpers **1** und des Düsenhalters (nicht dargestellt) hoch gehalten werden.

[0077] Ferner wird, wie oben erläutert, ein Abfall der Härte verhindert, selbst wenn der Düsenkörper **1** einer extrem hohen Temperatur (zum Beispiel 300°C oder mehr) ausgesetzt wird. Auch ist der Einsatzstahl für Maschinenkonstruktionen (oder der Si enthaltende Einsatzstahl für Maschinenkonstruktionen), der den Düsenkörper **1** bildet, im Vergleich zu Hochleistungswerkzeugstahl mit einem hohen Erweichungswiderstand kostengünstiger und einfacher zu bearbeiten.

[0078] Deshalb ist es selbst beim Karburieren und Nitrieren (oder Karburieren und Nitrieren mit hohen Konzentrationen) des Düsenkörpers möglich, die Kosten niedriger als durch Bilden des Düsenkörpers **1** aus Hochleistungswerkzeugstahl mit einer hohen Erweichungsfestigkeit zu halten.

[0079] Das heißt, es ist möglich, einen höchst zuverlässigen Kraftstoffinjektor herzustellen, während der Kostenanstieg niedrig gehalten werden kann.

[0080] Man beachte, dass die in den obigen Ausführungsbeispielen offenbarten Zahlenwerte Beispiele sind, die zum Erläutern der vorliegenden Erfindung verwendet wurden, und es ist unnötig zu sagen, dass diese geeignet verändert werden können.

[0081] Ferner war in den Ausführungsbeispielen das Beispiel des Karburierens und Nitrierens oder des Karburierens und Nitrierens mit hohen Konzentrationen der gesamten Oberfläche des Düsenkörpers **1** gezeigt, aber es ist auch möglich, die obigen Behandlungen nur an den Teilen außer dem Außenumfang des Düsenkörpers **1**, d. h. der Sitzfläche **4**, auf welche die Nadel **2** gesetzt wird, der Führungsbohrung **3**, durch welche die Nadel **2** gleitet, und der Stoßfläche, gegen welche der Düsenhalter stößt, durchzuführen, es ist möglich, die obigen Behandlungen nur an der Innenseite der Führungsbohrung **3**, durch welche die Nadel **2** gleitet (einschließlich der Sitzfläche **4**), durchzuführen, und es ist möglich, die obige Behandlung nur an der Sitzfläche **4** durchzuführen.

[0082] Während die Erfindung unter Bezugnahme auf spezielle Ausführungsbeispiele zum Zwecke der Veranschaulichung beschrieben wurde, ist es offensichtlich, dass zahlreiche Modifikationen durch den Fachmann daran vorgenommen werden können, ohne das Grundkonzept und den Schutzumfang der Erfindung zu verlassen.

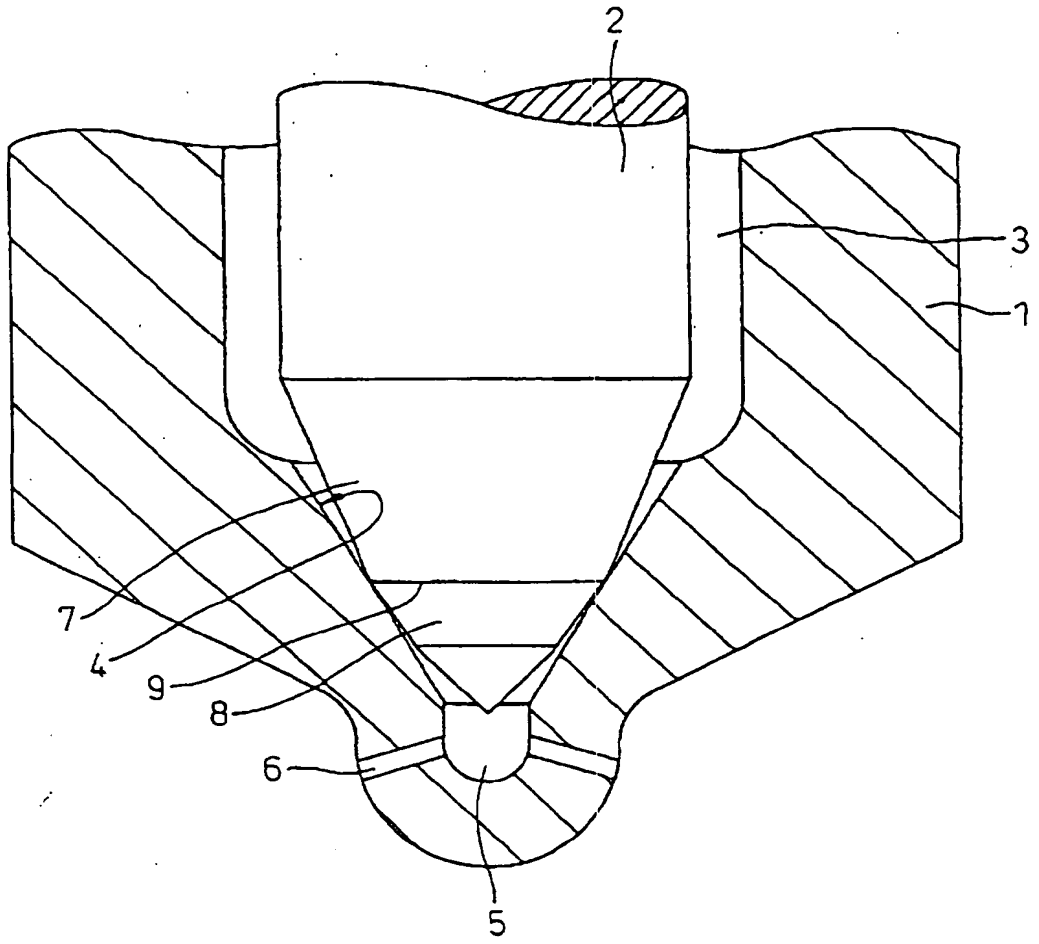
Patentansprüche

1. Kraftstoffinjektor für einen Verbrennungsmotor, der mit einem mit Einspritzlöchern für die Krafistoffeinsprit-

BNSDOCID: <DE_____10318135A1_I_>

Nummer: DE 103 18 135 A1
Int. Cl.[7]: F 02 M 61/14
Offenlegungstag: 6. November 2003

Fig. 1



BNSDOCID: <DE_____10318135A1_I_>

Nummer: DE 103 18 135 A1
Int. Cl.[7]: F 02 M 61/14
Offenlegungstag: 6. November 2003

Fig. 2

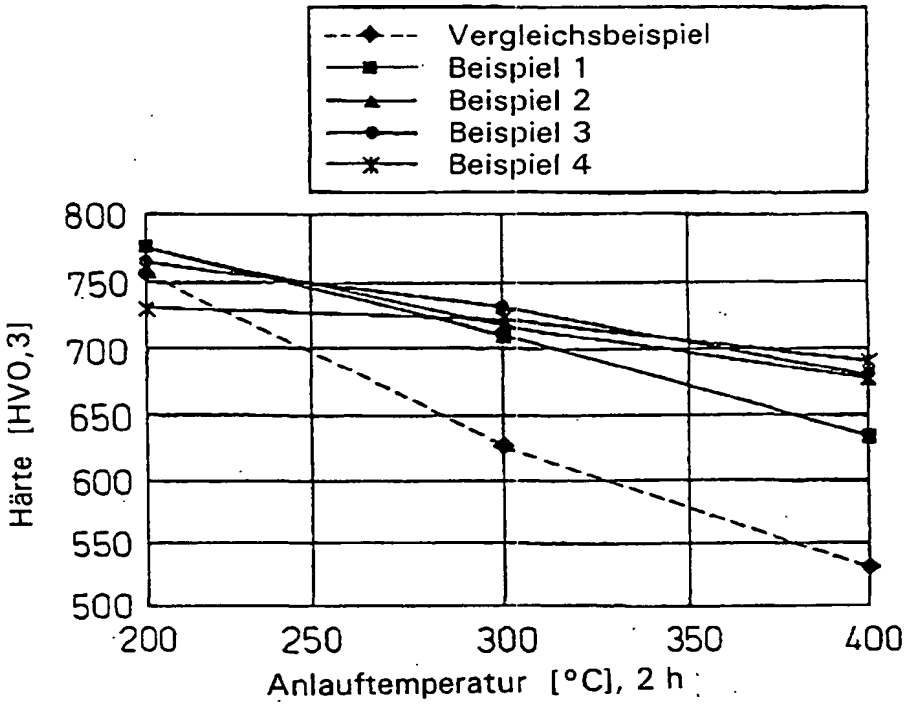
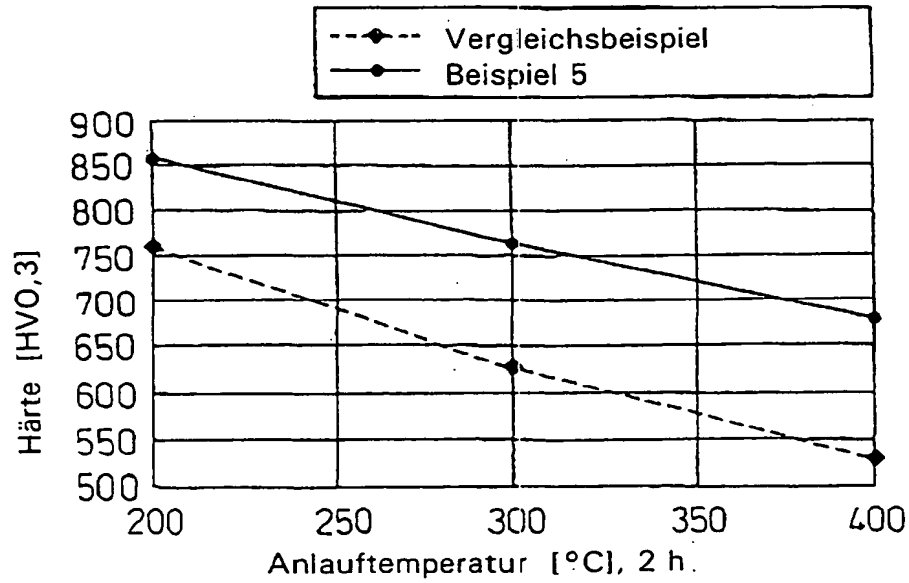


Fig. 3



BNSDOCID: <DE_____10318135A1_I_>

Nummer: DE 103 18 135 A1
Int. Cl.[7]: F 02 M 61/14
Offenlegungstag: 6. November 2003

Fig.4

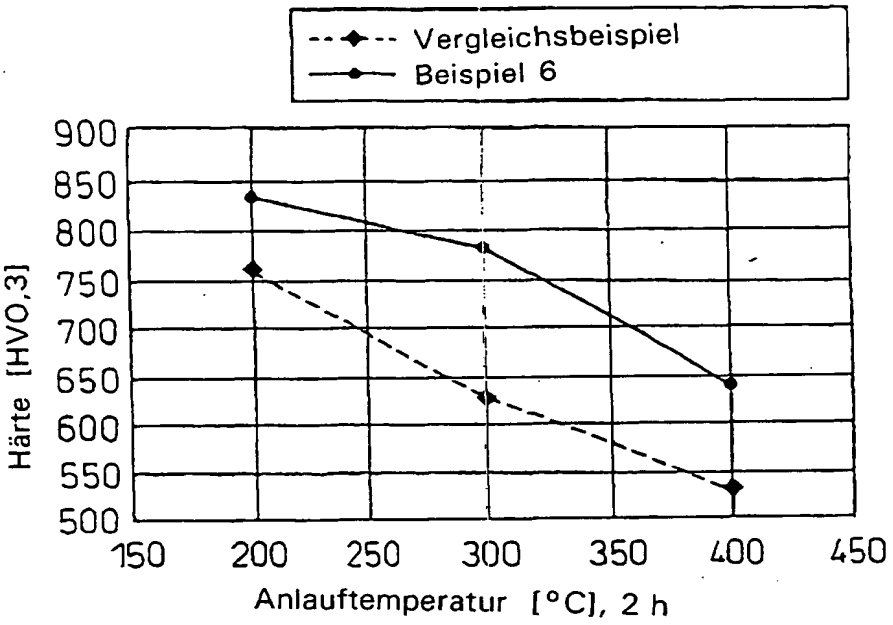
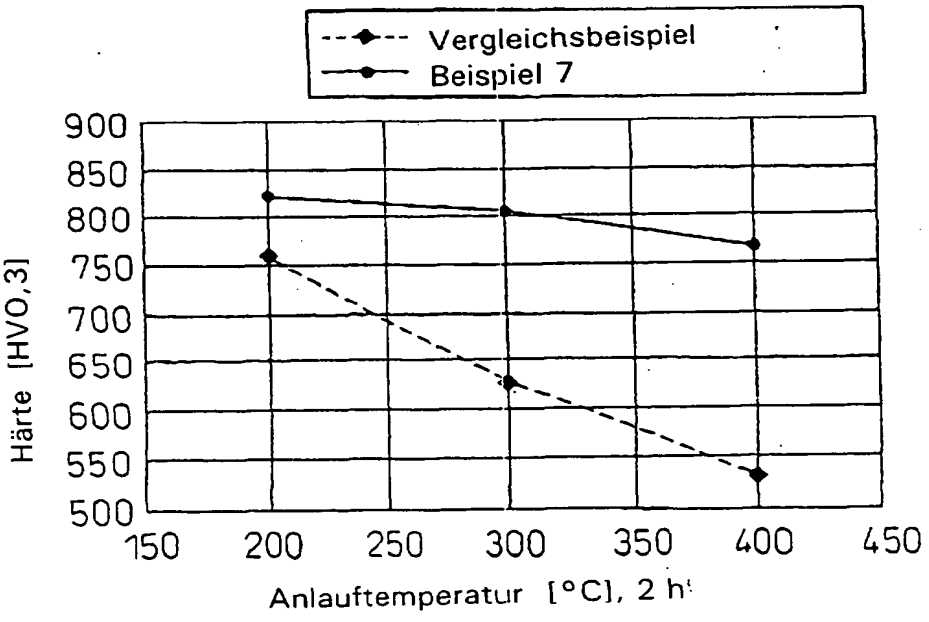


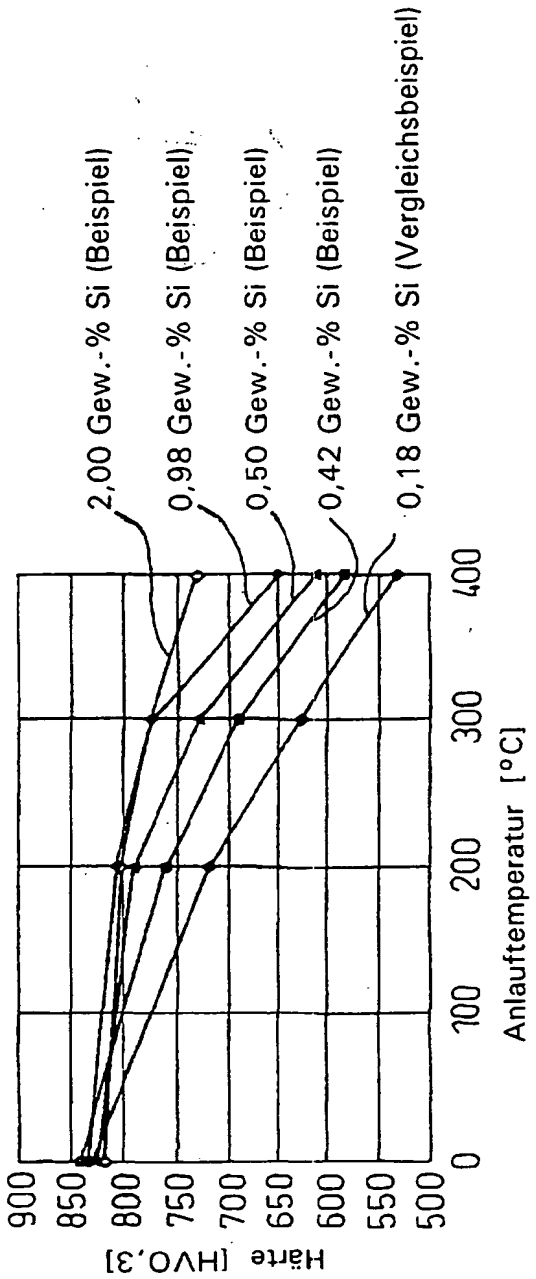
Fig.5



BNSDOCID: <DE_____10318135A1_I_>

Nummer: DE 103 18 135 A1
Int. Cl.[7]: F 02 M 61/14
Offenlegungstag: 6. November 2003

Fig.6



BNSDOCID: <DE_____10318135A1_I_>

zung und einer Nadel zum Verschieben in dem Düsenkörper zum Öffnen und Schließen der Einspritzlöcher versehenen Düsenkörper versehen ist, wobei
der Düsenkörper aus Einsatzstahl für Maschinenkonstruktionen gebildet ist, wenigstens die Sitzfläche des Düsenkörpers, auf welche die Nadel gesetzt wird, in einer Oberflächenschicht bis zu 0,025 bis 0,05 mm, bevorzugt 0,05 mm von der Oberfläche der Sitzfläche einen Bereich von 0,6 bis 1,0 Gew.-% Kohlenstoff und einen Bereich von 0,4 bis 0,9 Gew.-% Stickstoff enthält, und
die Oberflächenschicht wenigstens der Sitzfläche des Düsenkörpers eine höhere Konzentration Kohlenstoff und Stickstoff im Vergleich zu einer Innenschicht der Sitzfläche enthält.

2. Kraftstoffinjektor für einen Verbrennungsmotor nach Anspruch 1, bei welchem die Oberflächenschicht wenigstens der Sitzfläche des Düsenkörpers eine höhere Konzentration Kohlenstoff, Stickstoff und Karbid im Vergleich zu einer Innenschicht der Sitzfläche enthält.

3. Kraftstoffinjektor für einen Verbrennungsmotor nach Anspruch 1, bei welchem die Oberflächenschicht wenigstens der Sitzfläche des Düsenkörpers im Vergleich zu einer Innenschicht der Sitzfläche eine höhere Konzentration Kohlenstoff und Stickstoff enthält und in der Anlauferweichungsfestigkeit verbessert ist.

4. Kraftstoffinjektor für einen Verbrennungsmotor nach Anspruch 1, bei welchem die Oberflächenschicht wenigstens der Sitzfläche des Düsenkörpers im Vergleich zu einer Innenschicht der Sitzfläche eine höhere Konzentration Kohlenstoff, Stickstoff und Karbid enthält und in der Anlauferweichungsfestigkeit verbessert ist.

5. Verfahren zur Herstellung eines Kraftstoffinjektors für einen Verbrennungsmotor, der mit einem mit Einspritzlöchern für die Krafistoffeinspritzung und einer Nadel zum Verschieben in dem Düsenkörper zum Öffnen und Schließen der Einspritzlöcher versehenen Düsenkörper versehen ist, mit
einem ersten Schritt des Bildens des Düsenkörpers aus Einsatzstahl für Maschinenkonstruktionen, und
einem zweiten Schritt zum Bewirken, dass der in dem ersten Schritt gebildete Düsenkörper in einer Oberflächenschicht wenigstens der Sitzfläche des Düsenkörpers, auf welche die Nadel gesetzt wird, einen Bereich von 0,6 bis 1,0 Gew.-% Kohlenstoff und einen Bereich von 0,4 bis 0,9 Gew.-% Stickstoff enthält.

6. Verfahren zur Herstellung eines Kraftstoffinjektors für einen Verbrennungsmotor nach Anspruch 5, mit einem zweiten Schritt des Karburierens und Nitrierens mit hohen Konzentrationen wenigstens der Sitzfläche des Düsenkörpers, auf welche die Nadel gesetzt wird, um zu bewirken, dass der in dem ersten Schritt gebildete Düsenkörper in einer Oberflächenschicht bis zu 0,025 bis 0,05 mm, bevorzugt 0,05 mm, von der Oberfläche der Sitzfläche einen Bereich von 0,6 bis 1,0 Gew.-% Kohlenstoff und einen Bereich von 0,4 bis 0,9 Gew.-% Stickstoff enthält und in einer Oberflächenschicht bis zu 0,025 bis 0,075 mm von der Oberfläche der Sitzfläche wenigstens 15 Flächen-% Karbid enthält.

7. Verfahren zur Herstellung eines Kraftstoffinjektors für einen Verbrennungsmotor nach Anspruch 5, mit einem zweiten Schritt des Karburierens und Nitrierens wenigstens der Sitzfläche des Düsenkörpers, auf welche die Nadel gesetzt wird, um zu bewirken, dass der in dem ersten Schritt gebildete Düsenkörper in einer Oberflächenschicht bis zu 0,025 bis 0,05 mm, bevorzugt 0,05 mm von der Oberfläche der Sitzfläche einen Bereich von 0,6 bis 1,0 Gew.-% Kohlenstoff und einen Bereich von 0,4 bis 0,9 Gew.-% Stickstoff enthält.

8. Verfahren zur Herstellung eines Kraftstoffinjektors für einen Verbrennungsmotor nach Anspruch 6, mit einem zweiten Schritt des Karburierens und Nitrierens mit hohen Konzentrationen wenigstens der Sitzfläche des Düsenkörpers, auf welche die Nadel gesetzt wird, um zu bewirken, dass der in dem ersten Schritt gebildete Düsenkörper in einer Oberflächenschicht bis zu 0,025 bis 0,05 mm, bevorzugt 0,05 mm von der Oberfläche der Sitzfläche einen Bereich von 0,6 bis 1,0 Gew.-% Kohlenstoff und einen Bereich von 0,4 bis 0,9 Gew.-% Stickstoff enthält und in einer Oberflächenschicht bis zu 0,025 bis 0,075 mm von der Oberfläche der Sitzfläche wenigstens 15 Flächen-% Karbid enthält.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

BNSDOCID: <DE_____10318135A1_I_>